

# ***Caracterització hidrogeoquímica, més enllà de les qualitats organolèptiques de les fonts del Montseny***

**Oscar Farrerons Vidal**

*Grup de Recerca d'Enginyeria de Projectes. Aigua i Sostenibilitat.  
Universitat Politècnica de Catalunya.*

**Resum:** *Es presenta un mostreig de l'aigua de fonts del Montseny, agrupades en tres zones geogràfiques. L'objectiu és descriure les propietats químico-minerals de les aigües d'aquestes fonts usant les principals tècniques de laboratori. L'anàlisi comparativa permet demostrar que al Montseny la mineralització global de l'aigua de les fonts és baixa al nord i a l'est, i mitjana a les fonts de l'oest. L'altitud de la font ens pot indicar el grau de mineralització, sobretot al nord i est, però no afecta tant a l'oest. Els ions majoritaris són el bicarbonat i el calci.*

**Summary:** *There is a sampling of water from springs in Montseny, grouped into three geographical areas. The aim is to describe the chemical properties of water from these springs using the main laboratory techniques. The comparative analysis allows demonstrating that in Montseny the global mineralization of the water from the sources is low to the north and east, and average in the springs of the West. The altitude of the spring can indicate the degree of mineralization, especially in the north and east, but it is less affect in West. The majority ions are bicarbonate and calcium.*

## **Introducció**

A Catalunya, des de finals de segle XIX i inicis del XX s'han valorat de manera principal les qualitats organolèptiques de les fonts, en especial del Montseny (Ariet, 1913). El gust, el color, l'aroma, el tast i inclús la textura han classificat les fonts del Montseny durant molt de temps. En el nostre país les fonts s'han relacionat com un factor important en el desenvolupament econòmic i cultural (Sabater, 2015). Però aquestes qualitats organolèptiques deuen el seu origen a la caracterització hidrogeoquímica de les seves aigües.

Hi ha força variabilitat espacial dels principals paràmetres fisicoquímics de les aigües de les fonts, el que dóna lloc a tipus d'aigües diferents. La composició fisicoquímica de les aigües de les fonts és el resultat de molts anys d'interacció de l'aigua amb els materials rocosos dels aqüífers on està continguda. El pH, el potencial redox i el temps de contacte, condicionen la dissolució dels minerals que donen lloc al seu contingut iònic i als gasos (Armijo, 2019). La relació entre les diferents variables (sobretot les climàtiques) amb la composició mineralògica de les roques determinen el grau de meteorització química de les aigües de les fonts.

## Marc geogràfic

Entre 2016 i 2019 s'ha portat a terme un treball de recerca i anàlisi mineralògica de 223 fonts del Montseny, repartides en tres zones geogràfiques diferents: nord (100 fonts en 52 km<sup>2</sup>), oest (48 fonts, en 65 km<sup>2</sup>) i est (75 fonts, en 160 km<sup>2</sup>).

La zona nord es concentra sobretot al municipi de Viladrau. Els municipis de la zona oest són Seva, Aiguafreda, el Brull, les parts properes al riu Congost de Centelles, Sant Martí de Centelles i Balenyà, i la conca de l'Avencó. Els municipis de la zona est són Arbúcies, Sant Feliu de Buixalleu, Breda, i Riells i Viabrea.

Al Montseny han estat identificades quasi nou-centes fonts (Farrerons i Corella, 2019), consultables a través del codi QR de la figura 1. Per fer aquesta recerca se n'han visitat 345, per recollir les esmentades 223 mostres d'aigua analitzades.



Figura 1. Codi QR que permet l'accés al plànol de les fonts del Montseny (Farrerons, Corella)

## Objectius

Hi ha força interès en el coneixement de les propietats minerals de les aigües de les fonts (Baeza, Lopez, Ramirez, 2001). A Catalunya aquest estudi de les fonts moltes vegades s'ha combinat amb la recuperació del patrimoni històric de la memòria col·lectiva a través d'associacions populars (Serra, 2010).

Als plànols googlemaps titulats "*Anàlisi mineralògica de les fonts del Montseny est*" i "*Anàlisi mineralògica de les fonts del Montseny oest (Osona)*" es poden apreciar totes les fonts visitades per fer l'estudi, diferenciant entre els que ha estat possible prendre la mostra d'aigua, i aquelles en que això ha estat impossible per estar la font seca en el moment de les visites durant el període del treball de camp (sempre a l'hivern). També es poden consultar els resultats particulars de cada una de les fonts.

Aquesta recerca confirma les relacions hipotètiques que s'estableixen entre l'altitud i la majoria dels paràmetres minerals, comprovant les correlacions analítiques entre les tres zones del Montseny estudiades.

## Metodologia i anàlisis

Al treball de camp s'han seguit els mateixos protocols en les tres recollides anuals de mostres d'aigua per evitar introduir variables que en desvirtuessin els resultats. La recollida ha estat en ampolletes de 50 cl. d'aigua usades, esbandides un mínim de tres vegades amb

l'aigua de la pròpia font abans de prendre la mostra, transportades el mateix dia de captació al laboratori, i analitzades en un temps màxim de cinc dies. Aquesta metodologia assegura uns resultats comparables correctes de les mostres. Les fonts analitzades són molt variades (figura 2).



Figura 2. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: font A- Mosquits (Viladrau), B- Miquel (Viladrau), C- Forn Rovira (Centelles), D- Fresca (Aiguafreda), E- Nova (Breda) i F- Can Quadres (Arbúcies). (Farrerons).

El laboratori encarregat de fer l'analítica ha estat LABPRAT H2O de Torelló, autoritzat per la Direcció General de Salut Pública (núm. LSAA-104-97), reconegut en el Registre de Laboratoris Agroalimentaris de Catalunya (núm. 300), que disposa de Sistema de Gestió de Qualitat conforme la Norma de certificació UNE-EN-ISO 9001:2016 i està sotmès a autoavaluació continuada de resultats en Exercicis d'Intercomparació. Les tècniques analítiques usades al laboratori han estat: la potenciometria (pH), conductimetria (conductivitat), volumetria àcid-base (bicarbonats), volumetria Möhr (clorurs), turbidimetria (sulfats), espectrofotometria UV (nitrats), complexometria (duresa, calci i magnesi) i fotometria de flama (sodi i potassi).

## Altitud

L'altitud de les fonts del Montseny en que s'ha analitzat la seva aigua és força variable. A la taula 1 es pot comparar els màxims, mínims i mitjanes de l'altitud de les fonts analitzades en les tres zones geogràfiques estudiades del Montseny.

| Altitud/<br>Zona | màxim                     |        | mínim                          |        | mitjana<br>(metres) |
|------------------|---------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------|
|                  | Font (municipi)           | metres | Font (municipi)                | metres |                     |
| nord             | Cims (Viladrau)           | 1.601  | Fàbregues (Viladrau)           | 628    | 964                 |
| oest             | Sot del Rector (El Brull) | 1.109  | Indústria (S. M. de Centelles) | 399    | 598                 |
| est              | Sant Joan (Arbúcies)      | 1.215  | Sot de la Coma (Riells)        | 117    | 460                 |

Taula 1. Valors màxim, mínim i de mitjana de l'altitud de les font a nord, oest i est del Montseny. (Elaboració pròpia).

## Resultats i discussió

En magnituds absolutes, els màxims i les mitges més elevades dels valors fisicoquímics es troben a la zona oest del Montseny, tal i com podem veure a la taula 2.

| paràmetre                 | Oest  |      |       | Nord  |      |       | Est   |      |       |
|---------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|                           | màx.  | mín. | mitjà | màx.  | mín. | mitjà | màx.  | mín. | mitjà |
| pH                        | 8,05  | 6,81 | 7,46  | 9,50  | 5,70 | 7,06  | 9,12  | 6,35 | 7,28  |
| conductivitat (microS/cm) | 1.929 | 96   | 705   | 719   | 43   | 185   | 1.487 | 84   | 169   |
| bicarbonat (mg/l)         | 586,8 | 57,9 | 353,8 | 439,8 | 10,9 | 90,2  | 442,3 | 21,3 | 123,1 |
| clorurs (mg/l)            | 314,2 | 4,3  | 43,5  | 61,1  | 1,4  | 9,8   | 314,2 | 3,0  | 20,1  |
| sulfats (mg/l)            | 172,4 | 1,4  | 59,8  | 49,5  | 1,7  | 10,6  | 98,6  | 1,2  | 20,3  |
| nitrats (mg/l)            | 333,2 | 0,0  | 32,2  | 47,6  | 0,0  | 5,8   | 77,0  | 0,0  | 8,4   |
| duresa (°TH)              | 84,1  | 4,9  | 37,8  | 36,2  | 0,8  | 8,4   | 63,5  | 1,1  | 11,3  |
| calci (mg/l)              | 244,5 | 12,4 | 109,4 | 117,8 | 2,4  | 25,7  | 184,8 | 4,0  | 34,3  |
| magnesi (mg/l)            | 55,9  | 1,9  | 27,0  | 16,0  | 0,5  | 4,7   | 42,0  | 0,3  | 6,7   |
| sodi (mg/l)               | 210,5 | 3,7  | 21,2  | 99,4  | 1,8  | 10,9  | 99,0  | 4,0  | 17,9  |
| potassi (mg/l)            | 17,4  | 0,2  | 3,5   | 4,9   | 0,1  | 1,2   | 5,0   | 0,4  | 1,5   |

Taula 2. Valors màxim, mínim i de mitjana dels paràmetres analitzats a oest, nord i est del Montseny.

La caracterització mineral ve determinada en gran part per la proporció iònica relativa dels diferents elements majoritaris en dissolució i no tant per la magnitud de les seves concentracions (Hooper, 2003).

S'observa que, en general, l'altitud és un paràmetre que influeix força en la mineralització de les fonts. A menys altitud més mineralització, com sembla lògic perquè hi ha més traçat fins la descàrrega, i també influeixen les temperatures més baixes a les fonts de més altitud, en quan hi sol haver menys mineralització. Tot i la darrera afirmació general, si es calcula els coeficients de correlació de la mineralització (valorat en conductivitat a 20°C), de cada una de les aigües amb l'altitud de la font i cada una de les zones analitzades, obtenim els resultats de la taula 3.

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Fonts Montseny nord | -0,6630 |
| Fonts Montseny est  | -0,4578 |
| Fonts Montseny oest | -0,2831 |

Taula 3. Coeficient de correlació altitud/conductivitat a 20°C. (Font: elaboració pròpia).

D'aquesta taula deduïm que la probabilitat que quan més altitud de la font l'aigua tingui menys mineralització és més alta al nord que en cap de les altres dues zones. Al Montseny est la probabilitat és mitjana i més baixa a l'oest.

## Conclusions

L'altitud és un valor decisiu en la mineralització de les fonts del Montseny en general, però molt més al nord i a l'est que a la zona oest del Montseny, que acull fonts amb aigua molt més mineralitzades. Els valors de mineralització són diferents entre les tres zones, situant-se les aigües del Montseny est en una posició intermèdia, però més propera a les del nord, tot i tenint en compte la diferència d'altitud.

El pendent i desnivell entre fonts analitzades, molt més pronunciat al nord que a l'est i a l'oest, i les formacions geològiques per on circula l'aigua, més variades i algunes carbonatades a l'est i oest, determinen el grau de mineralització de les tres zones estudiades.

Es conclou que la composició majoritària de les aigües de les fonts del Montseny és bicarbonatada càlcica. Les correlacions principals entre els valors minerals ( $r > 0,9$ ), en el Montseny nord i est, es produeixen a la conductivitat-duresa, conductivitat-calci, conductivitat-magnesi bicarbonat-calci i bicarbonat-magnesi. A l'oest, a part de les anteriors ( $r > 0,8$ ), també és significativa clorur-sodi ( $r > 0,9$ ).

Destaquem que les aigües de major qualitat en quan a nitrats, i per tant inferiors a 50 mg/l, es troben al Montseny nord, 100% de les mostres, mentre que a les del Montseny est aquest percentatge és del 97% i a l'oest el 78%, associat sempre a les activitats antròpiques.

## Agraïments

A Fortià Prat, farmacèutic i màster de tecnologia i ciència de l'aigua, que ha portat a terme totes les anàlisis fisicoquímiques al laboratori Clínic Prat, i ens ha permès entendre força les conclusions a les que hem arribat.



## Bibliografia

- Ariet, A. 1915. Topografía Médica de Viladrau. Fidel Giró Impresor.
- Armijo, F. 2019. Las moléculas de agua de su balneario son más antiguas que la Tierra. *Boletín Sociedad Española de Hidrología Médica*, 34(2): 113-127. DOI: [10.23853/bsehm.2019.0958](https://doi.org/10.23853/bsehm.2019.0958)
- Baeza, J., Lopez J.A., i Ramírez, A. 2001. Las aguas minerales en España. *Monografías del Instituto Geológico Minero de España*. Madrid.
- Farrerons, O. i Corella, A. 2019. Projecte Fonts del Montseny. <https://www.google.com/maps/d/viewer?hl=es&mid=1NR7adiDk2597xsoOa7sFAvUucBE&ll=41.77379618536315%2C2.421964986732519&z=12>
- Farrerons, O. i Corella, A. 2018. Fonts d'Arbúcies. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/116195>
- Farrerons, O. i Prat, F. 2016. Anàlisi mineralògica de les fonts del Montseny nord. *AUSA*, 178: 693-719. <http://www.raco.cat/index.php/Ausa/issue/view/25082/showToc>
- Farrerons, O. i Prat, F. 2017. Anàlisi mineralògiques de les fonts del Montseny oest i de l'alt Congost. *AUSA*, 180: 533-555. <https://raco.cat/index.php/Ausa/article/view/342318>
- Farrerons, O. i Prat, F. 2017b. Anàlisi mineralògica fonts Montseny oest (Osona). <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1TyPB0pHAeaN3YgddaqvMbuCLpG8&ll=41.78165710000003%2C2.247267400000055&z=13>
- Farrerons, O. i Prat, F. 2019. Anàlisi mineralògica fonts Montseny est. <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1mRhV4kjlzmOMgA5wx6uXzLUA3LLpdjE&ll=41.791921179107355%2C2.366031593408252&z=12>
- Gallart, M., Jimenez, N., Montijano, V., Olivé, M., i Ros, A. 2003. Diagnosi ambiental i historicocultural de les fonts més representatives del Parc Natural del Montseny. *Monografies Diputació de Barcelona*, 30: 53-57. [http://81.47.175.201/montseny/attachments/articulo/30/diagnosi\\_ambiental\\_fonts.pdf](http://81.47.175.201/montseny/attachments/articulo/30/diagnosi_ambiental_fonts.pdf)
- Hooper, R.P. 2003. Diagnostic tools for mixing models of stream water chemistry. *WaterresourcesReserch*, 39. [doi:10.1029/2002WR001528](https://doi.org/10.1029/2002WR001528)
- Ministerio de Presidencia. Gobierno de España. 2003. REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Madrid. <http://www.boe.es/boe/dias/2003/02/21/pdfs/A07228-07245.pdf>
- Otero, N. et altri. 2009. Monitoring groundwater nitrate attenuation in a regional system coupling hydrogeology with multisotopic methods: The case of Plana de Vic (Osona, Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133: 103-113. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880909001480>
- Prat, F. i Farrerons, O. 2019. Unequal physical-chemical behaviour of watersources in the north, west and east of Montseny (Barcelona-Girona). *Tecnoaqua*, 37: 2-10. <https://futura.upc.edu/25424206>
- Schlesinger, W. 1997. Biogeochemistry. An analysis of global change. Academic Press, 588 p.
- Sabater, F., Fernández-Martínez, M., Corbera, J., Calpe, M., Torner, G., Cano, O., Corbera, G., Ciurana, O. i Parera J.M. 2015. Caracterització hidrogeoquímica de les fonts de la Serralada Litoral Central en relació a la litologia i als factors ambientals. *L'Atzavara*, 25: 93-104. <https://www.raco.cat/index.php/Atzavara/article/view/302777/392484>
- Serra, L.I. 2010. Mines i fonts. *Butlletí del Centre d'Estudis Argentonins Jaume Clavell*, 42: 33. <https://www.raco.cat/index.php/Fonts/article/view/191382>